



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

ULB

Werkstoffeigenschaften von Presseurbelägen

Pfeiffer, Günter

(1965)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00017395>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Conference or Workshop Item

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/17395>

in ersib aber da
mit Anmerkungen / Durch-
streichungen

2, 8

Zwischenberichte
zur Sitzung des Technischen Ausschusses
der
Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V.
am 28. September 1965 in Darmstadt



Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der
Technischen Hochschule Darmstadt

Institutsleiter: Prof. Dr. Wolfram Eschenbach

Zwischenberichte
zur Sitzung des Technischen Ausschusses
der
Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V.
am 28. September 1965 in Darmstadt

	<u>Seite</u>
1. Dipl.-Ing.H.Rech: Messung der Farbschichtdicke auf den Walzen einer Versuchsmaschine	1
2. Dipl.-Ing.G.Pfeiffer: Werkstoffeigenschaften von Presseurbelägen	17
3. Dipl.-Ing.G.Dosdogru: Allgemeine Behandlung des Problems der Schichtdickenbestimmung durch Intensitätsmessung	29
4. Dipl.-Ing.H.Göbel: Druckverteilungsmessungen am Tiefdruckwerk	38

Werkstoffeigenschaften von Presseurbelägen

Von einem Tiefdruckpresseur wird in der Praxis vor allem ein einwandfreies Ausdrucken der Form erwartet. Dabei soll sich der Presseur so wenig wie möglich erwärmen. Ein gutes Druckergebnis ist mit fast jedem Presseur zu erzielen; die zulässige Grenztemperatur wird dabei jedoch häufig überschritten.

Ursache der Erwärmung ist bekanntlich der Walkvorgang zwischen Formzylinder und Presseur und bei Verwendung einer Stützwalze der zusätzliche Walkvorgang zwischen Stützwalze und Presseur. Die Grenztemperatur, die sich bei konstanten Maschinenbedingungen nach einiger Zeit einstellt, entspricht einem Gleichgewichtszustand zwischen entstehender und abgeführter Wärme. Über den Einfluß der Maschinenbedingungen auf die Grenztemperatur hat Herr Dipl.-Ing. Fink auf der letzten Sitzung des Technischen Ausschusses der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. in Bad Kreuznach berichtet.

Die hier vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit den Eigenschaften von Presseurbelägen. Die beim Walkvorgang entstehende Wärmemenge ist in starkem Maße von der Art des verwendeten Walzenmaterials abhängig. Zum Verständnis des Mechanismus der Wärmebildung sei zunächst auf die Beziehung zwischen Kraft und Verformung bei metallischen Werkstoffen eingegangen. Zwischen der Verformung ϵ und der diese Verformung verursachende Spannung σ besteht ein proportionaler Zusammenhang, der durch die Beziehung $\sigma = E \cdot \epsilon$ charakterisiert ist. Den Proportionalitätsfaktor bezeichnet man als den Elastizitätsmodul E . Er ist für metallische Werkstoffe eine Stoffkonstante und weitgehend unabhängig von der Frequenz, von der Probenform und der Temperatur. Dasselbe gilt für eine reine Schubbeanspruchung. Die Schubspannung ist proportional der Schiebung; $\tau = G \cdot \gamma$. Der Proportionalitätsfaktor G wird als Schubmodul bezeichnet und ist eine

Stoffkonstante. Das Verhalten eines solchen Stoffes bezeichnet man als rein elastisch. Bei einer periodischen Verformung wird die bei der Belastung aufgewendete Energie bei der Entlastung vollkommen zurückgewonnen.

Streng genommen wird dieses ideal elastische Verhalten von keinem Material erfüllt. Immer sind reversible mechanische Vorgänge mit einer inneren Reibung verbunden und damit abhängig von der Beanspruchungszeit bzw. von der Frequenz. Diese innere Reibung wird durch Größen vom Typ der Viskositätskonstanten gekennzeichnet, die als Kenngrößen zäher Flüssigkeiten dienen. Das Verhältnis der elastischen und viskosen Anteile zueinander ist für die verschiedenen Stoffe sehr unterschiedlich. Bei Metallen sind die viskosen Anteile verschwindend gering. Entfallen dagegen die elastischen Rückstellkräfte vollkommen, so geht das Verformungsverhalten in das viskose Fließen über. Hierbei sind die auftretenden Kräfte im wesentlichen von den Verformungsgeschwindigkeiten abhängig. Im einfachsten Fall des Newtonschen Fließens gilt $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$, d.h. die Schubspannung ist proportional der Schergeschwindigkeit.

Das viskose elastische Verhalten eines festen Körpers, z.B. Gummi, kann man als eine Überlagerung eines rein elastischen Verhaltens und eines viskosen Verhaltens betrachten. Zwischen der Verformung ϵ und der Spannung σ besteht die Beziehung $\sigma = E^* \cdot \epsilon$. E^* wird als komplexer Elastizitätsmodul bezeichnet. Er ist jedoch keine unabhängige Stoffkonstante, sondern die viskosen Anteile machen ihn von der Frequenz und der Temperatur abhängig.

Die Bestimmung der visko-elastischen Eigenschaften von Gummi ist in DIN 53513 genormt. Eine Gummiprobe von 10 mm Höhe und 10 mm Durchmesser wird einer sinusförmigen periodischen Druckbeanspruchung unterworfen. Zwischen dem zeitlichen Verlauf der Spannung und der Verformung tritt eine Phasenverschiebung auf. Der Tangens des Phasenwinkels δ wird als Verlustfaktor d definiert.

$$\text{Verlustfaktor } d = \tan \delta.$$

Dieser Verlustfaktor charakterisiert die viskoelastischen Eigenschaften eines Stoffes. Je mehr die Spannung der Verformung vorausseilt, desto größer wird der Verlustfaktor d und damit der Anteil der Energie, der in Wärme umgewandelt wird. Die zweite visko-elastische Kenngröße ist der dynamische E-Modul.

$$\text{Dynamischer Modul } E' = \frac{G_a}{\epsilon_a} \cdot \cos \delta.$$

Er charakterisiert die dynamische Steifheit und Härte des Stoffes und ist ein Maß für die wiedergewinnbare Energie, die beim Verformungswechsel umgesetzt wird.

Eine Versuchseinrichtung zur Bestimmung der viskoelastischen Kennwerte wurde im Institut entwickelt. Über Aufbau und Arbeitsweise dieser Anlage wurde auf der letzten Sitzung des Technischen Ausschusses berichtet. Zwischenzeitlich sind 3 Belagmaterialien untersucht worden, ein Naturkautschuk, eine Mischung aus Naturkautschuk und Styrol-Butadien und eine Cis-Butadien-Mischung. Alle drei Proben hatten eine Härte von 80° Shore. Die Shore-Härte gibt jedoch keinerlei Auskunft über die viskoelastischen Eigenschaften. Die Messungen wurden im Bereich zwischen 30 und 80°C durchgeführt. Zur Wahl der Meßfrequenz sei kurz auf folgende Überlegung eingegangen. Bei einer Papierbahngeschwindigkeit von 10 m/sec und einer Druckzonenbreite von 10 mm ergibt sich die Verformungsdauer eines Gummielementes des Presseurs zu 1/100 sec; das entspricht einer Prüffrequenz von 100 Hz. Dementsprechend wurde die maximale Meßfrequenz auf 150 Hz. festgelegt.

Bild 1 zeigt für Naturkautschuk den Verlustfaktor in Abhängigkeit von der Temperatur mit der Frequenz als Parameter. Die Kurven lassen mit Zunahme der Temperatur eine Abnahme des Verlustfaktors erkennen. Bei niedrigen Temperaturen ist die Verformungsfrequenz von größerem Einfluß als bei höheren Temperaturen.

Bild 2 gibt für dieselbe Gummiprobe die Abhängigkeit des Verlustfaktors von der Frequenz wieder. Als Parameter wurde die Temperatur gewählt. Mit Zunahme der Frequenz wird bei niedrigen Temperaturen der Verlustfaktor größer. Bei hohen Temperaturen ist die Frequenzabhängigkeit nur noch gering.

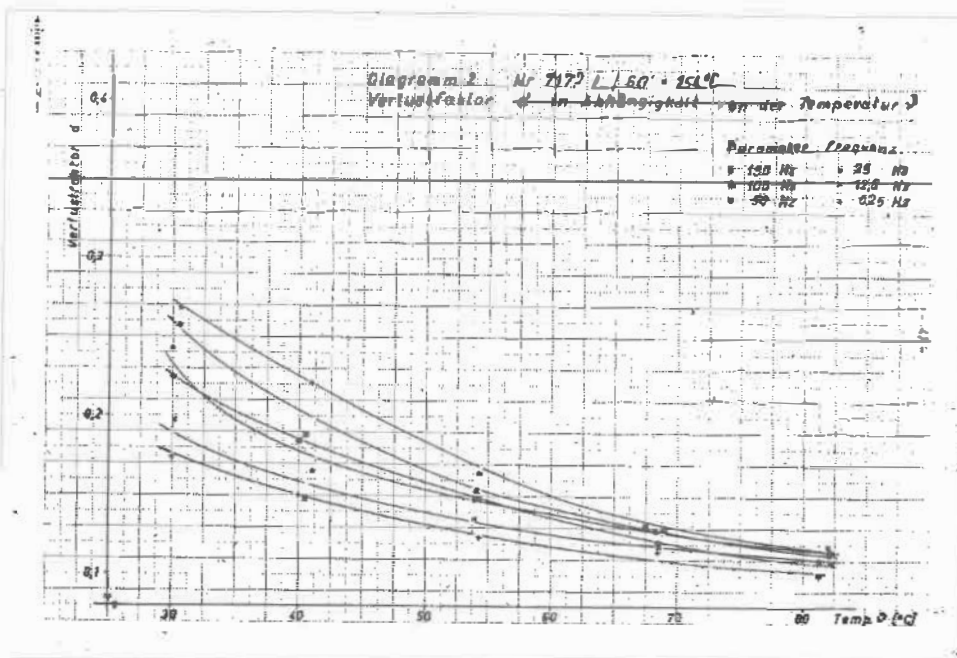


Bild 1

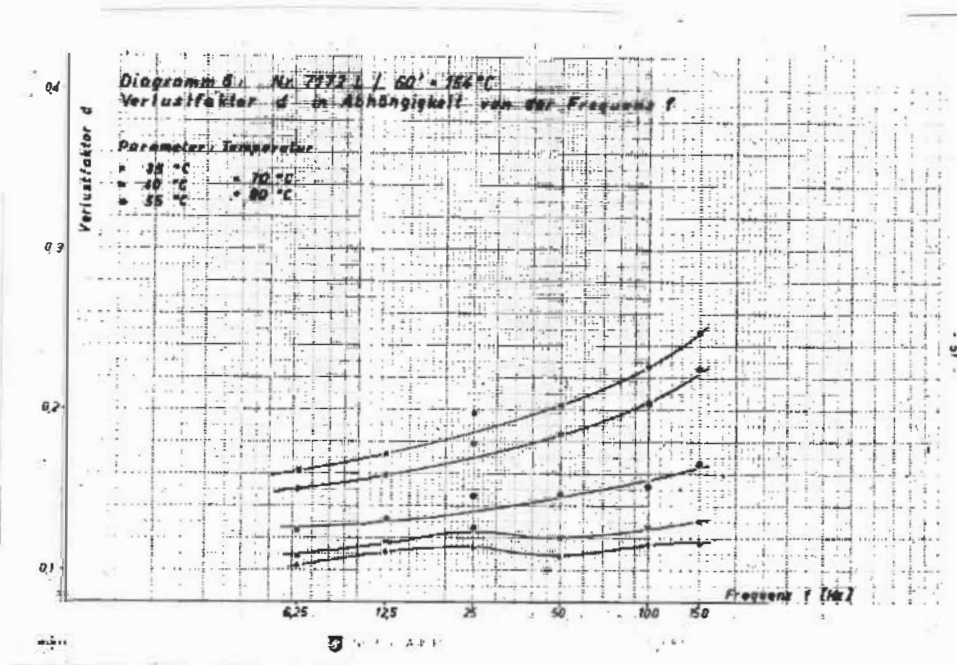


Bild 2

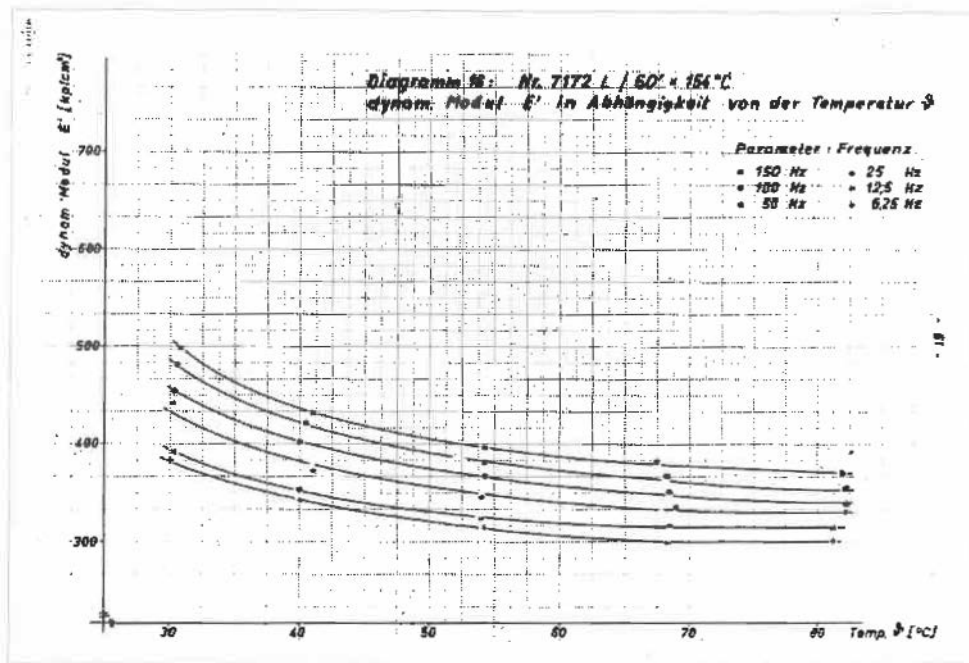


Bild 3

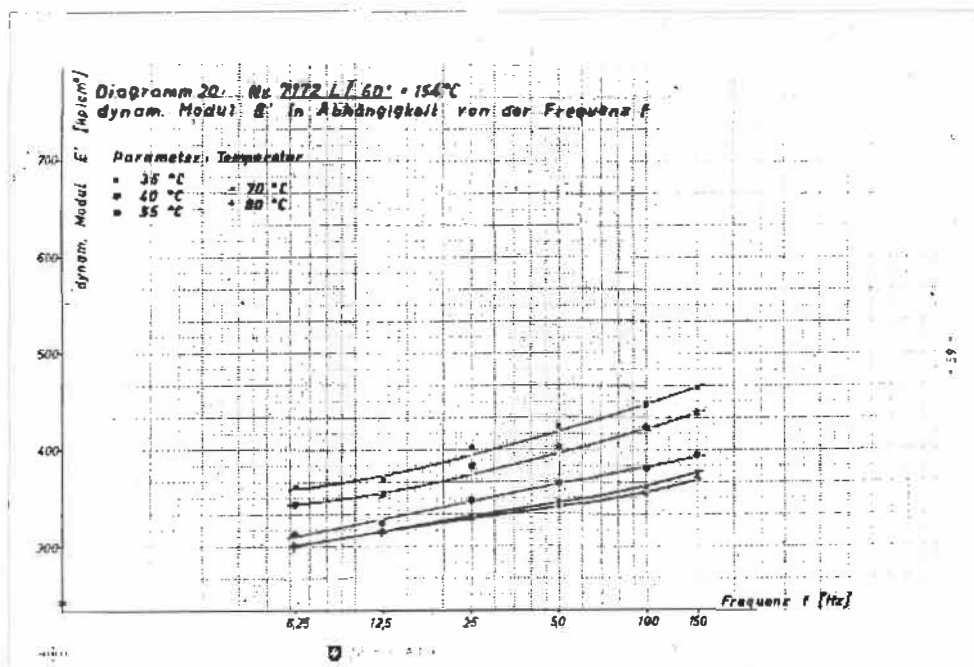


Bild 4

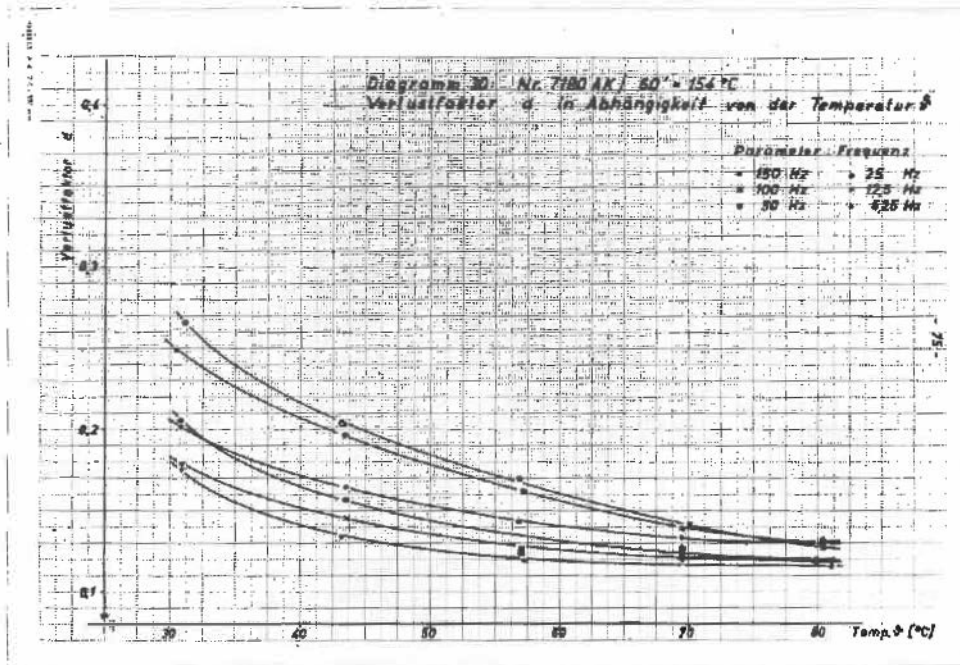


Bild 5

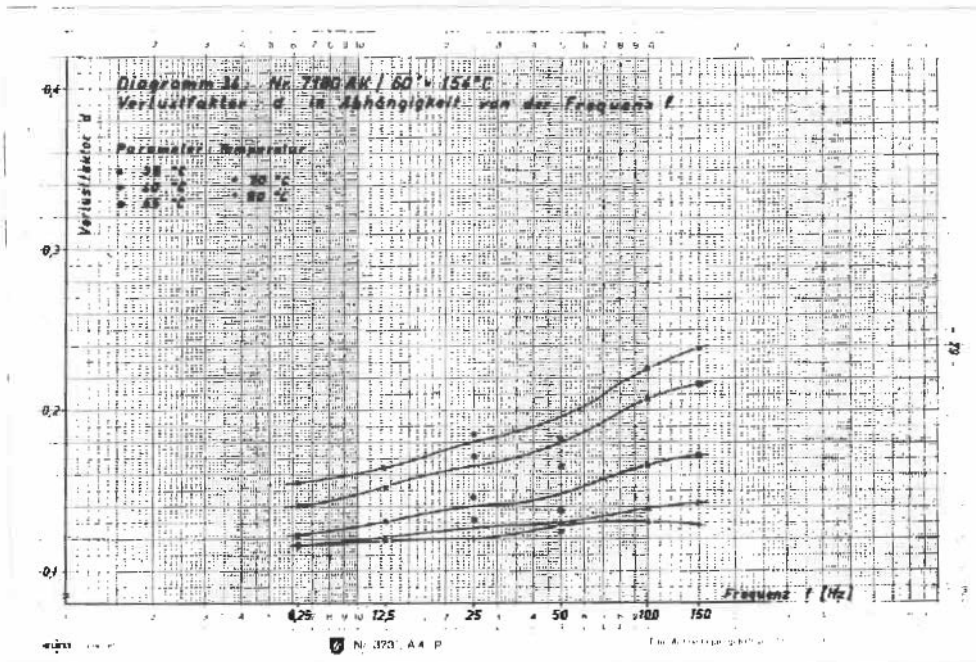


Bild 6

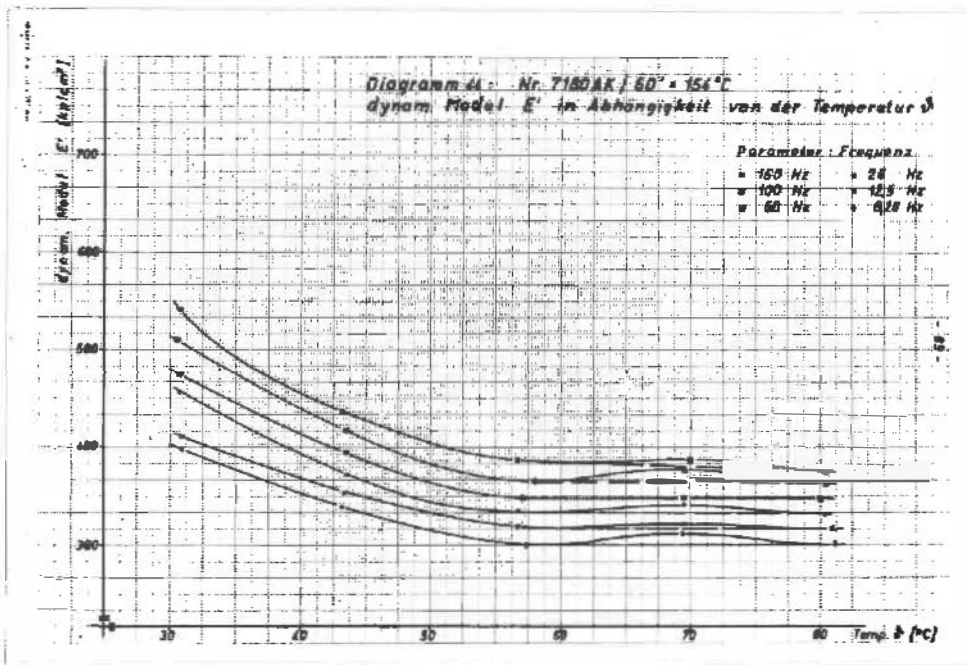


Bild 7

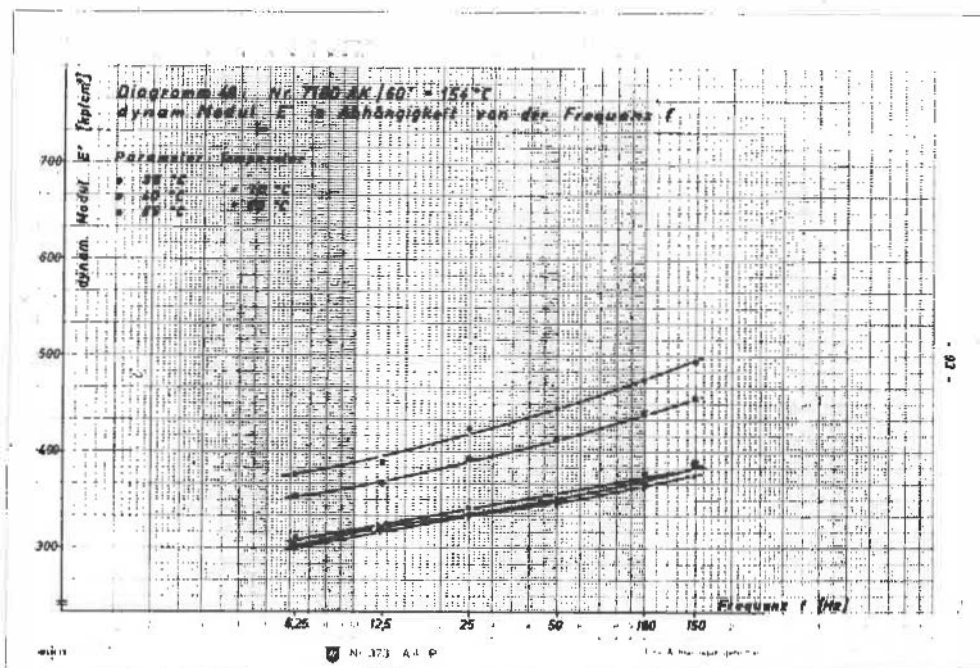


Bild 8

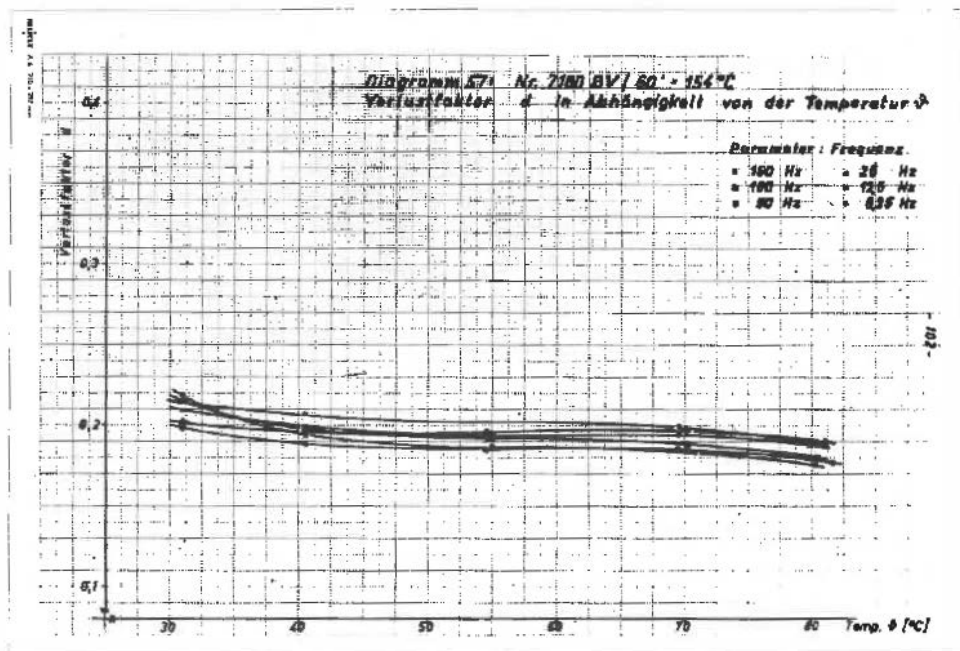


Bild 9

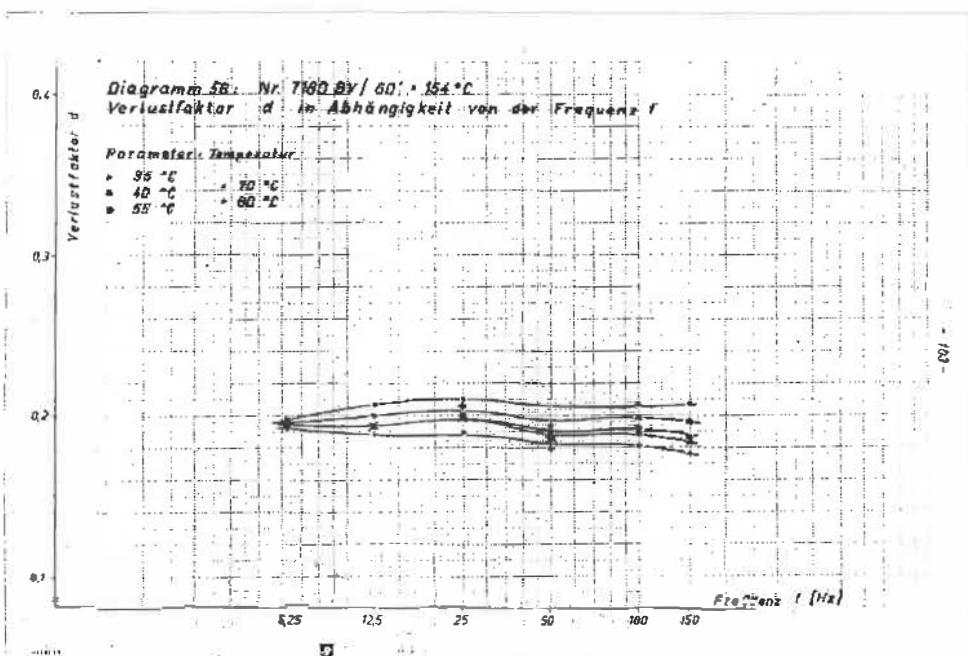


Bild 10

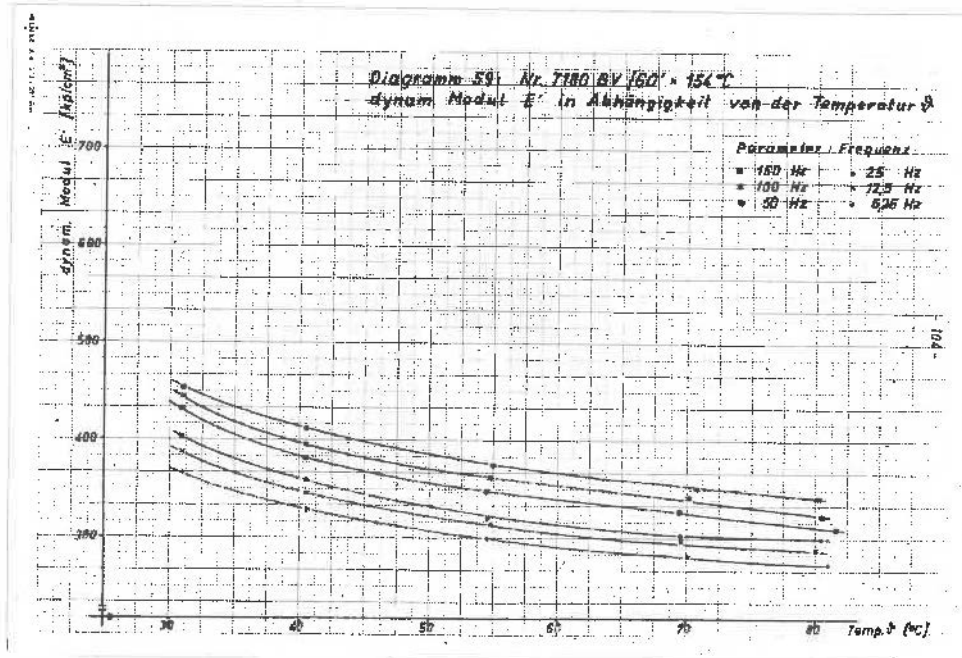


Bild 11

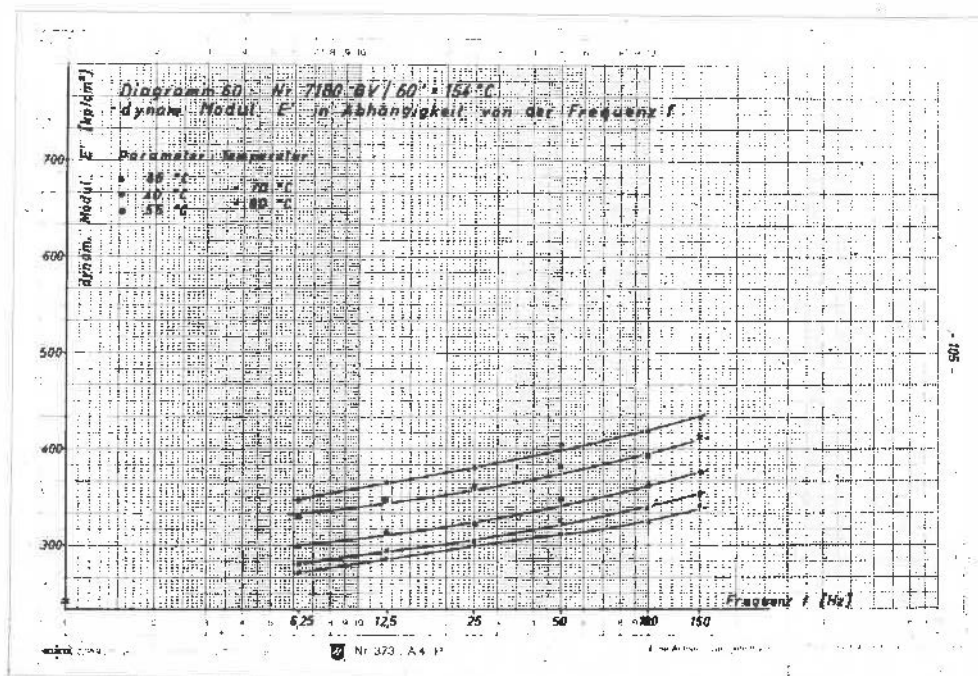


Bild 12

In Bild 3 ist die zweite viskoelastische Kenngröße, der dynamische E-Modul, in Abhängigkeit von der Temperatur mit der Meßfrequenz als Parameter dargestellt. Mit Zunahme der Temperatur wird der dynamische E-Modul kleiner, d.h. der Gummi wird dynamisch weicher.

Bild 4 gibt den dynamischen E-Modul in Abhängigkeit von der Frequenz wieder. Mit steigender Frequenz wird der dynamische E-Modul größer, d.h. der Gummi wird dynamisch härter.

Die vier Diagramme zeigen, daß zur Charakterisierung eines viskoelastischen Materials Kurvenscharen benötigt werden, die die Abhängigkeit der Kennwerte von der Frequenz und der Temperatur wiedergeben.

Die Bilder 5, 6, 7 und 8 zeigen die viskoelastischen Kenngrößen für eine Kautschuk-Styrol-Butadien-Mischung. Der Kurvenverlauf ist grundsätzlich ähnlich. Bei hohen Temperaturen ist der Verlustfaktor etwas größer, während bei niedrigen Temperaturen der dynamische E-Modul einen höheren Wert erreicht.

Die Bilder 9, 10, 11 und 12 zeigen die Meßergebnisse einer Cis-Butadien-Probe. Die Kurven unterscheiden sich von den vorherigen erheblich. Der Verlustfaktor nimmt mit steigender Temperatur nur noch gering ab, ist aber insgesamt gesehen größer. Die Frequenzabhängigkeit ist gering. Der dynamische E-Modul liegt niedriger.

Welche Folgerungen können aus den hier gezeigten viskoelastischen Kennwerten gezogen werden? Der Verlustfaktor stellt ein Maß dar für den Anteil der Energie, der bei einem Verformungszyklus in Wärme umgewandelt wird. Bei gleicher Beanspruchung ist demnach ein Belagmaterial mit dem kleinsten Verlustfaktor am günstigsten. Das trifft jedoch nur zu, falls der Gesamtbetrag der umgesetzten Energie gleich ist. Dieser ist abhängig von der dynamischen Steifheit des Materials. Ein weicher Belag wird bei gleicher Belastung eine grössere Verformung erfahren als ein harter

und deshalb mehr Energie aufnehmen. Haben beide Stoffe den gleichen Verlustfaktor, so wird in dem weichen Material mehr Wärme entstehen.

Diese Überlegungen zeigen, daß bei Beurteilung eines Belagmaterials der Verlustfaktor und der dynamische E-Modul zusammen betrachtet werden müssen. Um den Vergleich der drei untersuchten Gummiprobe zu erleichtern, wurde für einen Belastungsfall die absolute Dämpfung berechnet, d.h. es wurde der Energiebetrag ermittelt, der bei einem Belastungszyklus in Wärme umgewandelt wird. Bild 13 zeigt die spezifische absolute Dämpfung in Abhängigkeit von der Temperatur.

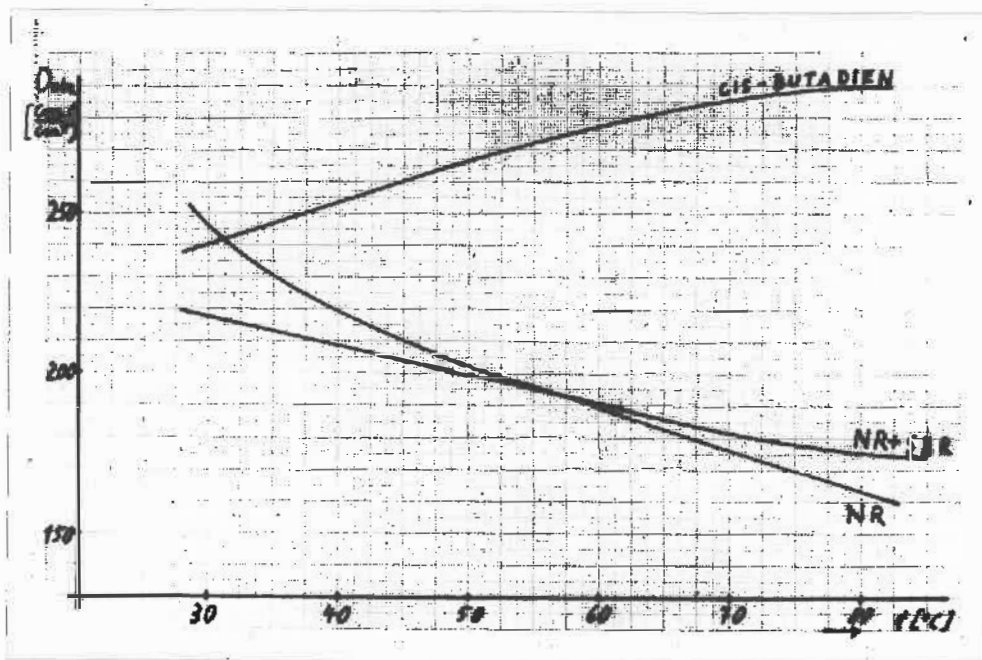


Bild 13

Mit Zunahme der Temperatur wird bei der Naturkautschukprobe die pro Arbeitszyklus in Wärme umgewandelte Energie geringer. Die Mischung aus Naturkautschuk und Styrol-

Butadien zeigt ein ähnliches Verhalten. Die Werte sind bei niedrigen Temperaturen etwas kleiner, bei hohen Temperaturen etwas größer. Ganz anders verhält sich dagegen die Probe aus Cis-Butadien. Mit Zunahme der Temperatur wird die entstehende Wärmemenge immer größer. Dieses Material ist im Hinblick auf die Wärmeentwicklung als Presseurbelag nicht geeignet. Zum Erreichen einer konstanten Grenztemperatur bei gleichbleibenden Maschinenbedingungen kann aus diesem Diagramm noch eine sehr wesentliche Aussage gemacht werden. Die Erwärmung eines Presseurs in der Maschine kommt nicht nur deswegen zum Stillstand, weil ein warmer Presseur mehr Wärme an seine Umgebung abgibt als ein kalter Presseur, sondern es wird auch effektiv weniger Wärme erzeugt. Gummi hat also bei höheren Temperaturen günstigere Materialeigenschaften als bei Raumtemperatur.

Zusammenfassend sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Eigenschaften des Presseurbelages für die Erwärmung des Presseurs eine wesentliche Rolle spielen. Mit Hilfe einer am Institut entwickelten Versuchseinrichtung ist es möglich die viskoelastischen Kennwerte zu bestimmen. Anhand dieser Kennwerte können Aussagen über die Verwendbarkeit des Materials als Presseurbelag gemacht werden.